

II. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

УДК 631.658.5

Калетнік Г.М.

Гарькавий А.Д.

(Вінницький державний аграрний університет)

ДО ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕГЛАМЕНТУ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ

Обоснованы технологические параметры уборки кукурузы: степень измельчения, влажность, температура консервирования и фазы уборки.

The technological parameters of corn harvesting are grounded for the degrees of grinding down, humidity of temperature of canning and phase of collection.

Вступ

Кукурудза є базовою кормовою культурою в степовій і лісостеповій зонах України та відіграє важливу роль в підвищенні ефективності тваринництва. Після пшениці та рису кукурудза займає самі великі посівні площі в світі.

В кормовому балансі ферм м'ясного та молочного напрямків значну долю складають корми із кукурудзи. Із всіх посівних площ зайнятих під кукурудзою лише 20...25% використовують для одержання зерна, решта – для зелених кормів і силосу. Силосування – один із найбільш поширених методів консервування.

Проте, при силосуванні відбуваються значні втрати при збиранні та від передчасного збирання, коли рослини не досягли фази максимального виходу поживних речовин. Сушіння зерна, при збиранні у фазі повної стиглості, зв'язано із витратою енергії на сушіння вологого зерна.

Енергоємність можна знизити при заготівлі вологої зерно – стрижневої суміші та приготуванні кукурудзяного силосу в більш пізні фази стиглості при більш тонкому подрібненні маси. Крім того, в зв'язку з технологічними труднощами при збиранні в ранні фази розвитку вологого зерна, втрачається не менше 30% поживних речовин.

Качани, які складаються із зерна, стрижня та обгортки, а також стебла із суцвіттями та листя мають неоднакову кормову цінність. Відрізняються між собою не лише по хімічному складу, а й по питомій вазі, поживності, поїдаємості.

В сухій речовині кукурудзи до цвітіння міститься до 9,4% протеїну та більше 83...85% води. При збільшенні сухої речовини з розвитком до 15% вміст протеїну знижується до 7,4%. Крохмаль та цукри, які містяться в клітинах і є найбільш цінними, легко перетравлюються в організмі тварини. Їх називають не структурними. Структурні (клітковина, стінки клітин) знижують перетравність сирої клітковини кукурудзи, так як містять целюлозу, геміцелюлозу, що зв'язані з лігніном, є важко доступним для бактеріальних ферментів у рубці тварин.

Найбільший вихід поживних речовин кукурудза містить у повній зрілості. Найбільш цінним є зерно. Яке містить 1,34 кормові одиниці або на 0,2 більше ніж жито, ячмінь чи пшениця.

При визначенні строків збирання необхідно враховувати призначення зібраної кукурудзи. Так для годівлі уже мало придатна зібрана у фазі воскової стиглості, а силос із збільшенням сухої речовини (більш пізня фаза розвитку) краще поїдається. Тому й тривалість відгодівлі бичків на силосі в пізніх фазах збирання зменшується на 28...50 днів. Через це на силос оптимальна фаза збирання – кінець молочно – воскової та період воскової стиглості, а в фазі повної стиглості – на зерно.

Постановка завдання

Формалізація визначення оптимальних параметрів на основі проведення аналізу досліджень та визначення енергетичних затрат.

Основна частина

Досушування зерна кукурудзи підвищеної вологості зв'язано із витратою до 30 кг палива на тону зерна, або 300 кВт.год/т. У світовій практиці склалися три наступні варіанти збирання кукурудзи у вологому стані [1]:

- 1 збирання і консервування качанів;
- 2 збирання з обмолотом качанів та зберігання зерна;
- 3 збирання з приготуванням зерно – стриженевої суміші (ЗСС).

У фермерських мілких господарствах Франції повертаються до збирання кукурудзи в качанах з досушуванням і зберіганням у сапетках (клітках). Стверджують, що при тривалому дозріванні створюються благоприємні умови формування складу поживних речовин. Тому більше 25% площ, які зайняті під кукурудзою у Франції, збирання проводять комбайнами з качановідриваючими вальцями. Це в невеликих господарствах. У великих методи зберігання качанів у сапетках не знайшли широкого розповсюдження через високі трудозатрати та складність завантаження, розвантаження.

Як промисловий метод більш ефективним став метод зберігання зерна в анаеробних умовах при вологості зерна 25...45%. Тобто без доступу повітря в герметично закритих місткостях. Корм може бути у вигляді качанів, цілого зерна, подрібненого зерна або суміші подрібнених стрижнів і зерна.

Качани або зерно кукурудзи зберігають у великих масах в траншеях викладених плівкою. Слідкують, щоб в корм не попали опади та волога яка конденсується. Гальмує широке розповсюдження цього методу необхідність чіткого виконання технологічних правил та складність механізованого процесу вивантаження корму.

Найбільш прийнята до промислової технології збирання і зберігання корму у вигляді зерно – стриженевої суміші. Навіть при вологості її 40 – 45%. Це дозволяє відсунути зону вирощування кукурудзи далі на північ. А в порівнянні із ячменем одержати з гектара площі на 30...50% більше енергії.

Перевага зерно – стриженевої суміші заключається в тому, що збираються та зберігаються всі поживні речовини, які є в верхушках качанів перезрілої кукурудзи. Це дає можливість додатково одержати 7...10% поживних речовин в порівнянні із збиранням у качанах.

Результати досліджень різних авторів [1 – 8] показали, що доцільно подрібнювати качани до часток 1...2,5 мм. Критерієм обґрунтування є вміст молочної та укусної кислот (рис. 1). Тому що загальною вимогою методу вологого зберігання кормів є молочно – кисле бродіння яке запобігає масляному бродінню та розвитку пліснявих грибів. Вологість маси від 33 до 45% та температура маси від 15 до 37% забезпечує вміст в консервованому зерні або кормосуміші молочної кислоти більше 2% та менше 0,8% укусної кислоти. Тобто корм не буде перекислий (рис. 2, 3).

Тобто, оптимальними умовами зберігання є вологість подрібненої маси 36% та температура 15...20°C.

При відхиленні від оптимальної вологості корму більше ніж на 7% в ту чи іншу сторону інтенсивність молочнокислого бродіння знижується і тому не забезпечується зберігання корму.

Подрібнення корму, створення анаеробних умов (ущільнення, герметизація, відносна вологість повітря 95%) навіть при вологості зерна 20...22% забезпечують одержання позитивних показників по збереженні поживних речовин в зерні без плісняви.

Подрібнення лише качанів в обгортках та збирання більш зрілої кукурудзи та з кращим подрібненням і плющенням здійснюють самохідними подрібнювачами, в яких враховані в конструкціях спеціальні вимоги. Подрібненні качани це корм з високою концентрацією енергії, має високий вміст крохмалю, що дає можливість замінити сухі

концентрати для жуйних тварин. Більш подрібнені, тонкі фракції можна використовувати для годівлі свиней, птиці, а більш крупні та волокнисті – для великої рогатої худоби. Остання технологічна схема широко застосовується в Угорщині в мілких господарствах із змішаним поголів'ям [1, 2].

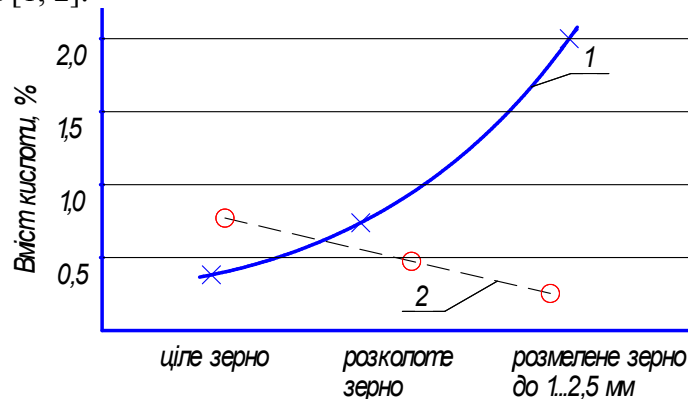


Рис. 1.- Вміст молочної – 1 та уксусної кислот – 2 в залежності від ступеня подрібнення зерна кукурудзи вологістю 36%, 15 - 20°C з подрібненням зерна до 1...2,5 мм.

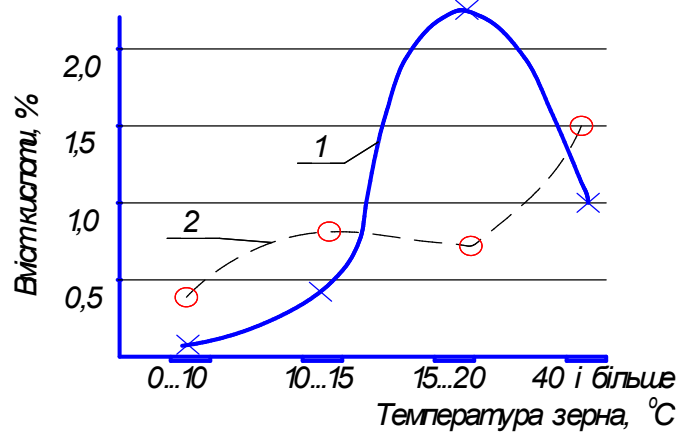


Рис. 2. - Вміст молочної – 1 та уксусної кислот – 2 в залежності від температури зерна.

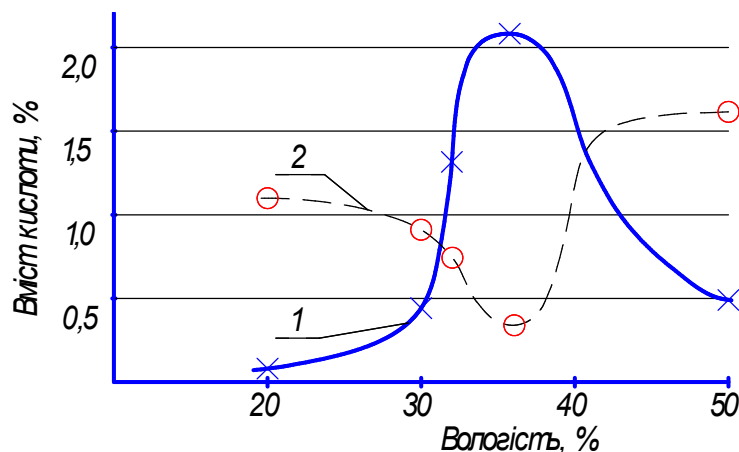


Рис. 3. - Вміст молочної – 1 та уксусної кислот – 2 в залежності від вологості зерно – стриженевої суміші

Підваріантом нової технології може бути збирання кукурудзи у пізніх фазах зрілості на високому, більше 30...40 см, зрізі. А стерня подрібнюється і заробляється як органічне добриво.

Розвиток технології заготівлі кукурудзи корму привело до удосконалення конструкції кормозбиральних машин.

Перше покоління подрібнювачів давало можливість подрібнити корм до часток довжиною 5...10 см. Причому довжина різки не мінялась. Це відповідало вимогам приготування силосу із кукурудзи з вмістом сухих речовин 20...25%. Недолік: була ускладнена робота розвантажувальних та роздавальних робіт, ущільнення через великі розміри часток.

Силосозбиральні комбайни другого покоління добре зарекомендували на заготівлі не лише силосу, а й сінажу, трав'яного борошна завдяки тому, що зменшилось подрібнення до 1...2 см, хоча і з великою різницею по рівню подрібнення. Позитив був в тому, що краще можна було змішувати корми, покращили якість силосу.

Подрібнювачі третього покоління забезпечують довжину подрібнення в межах 0,5...2,5 см з регулюванням довжини різки. Вони обладнанні рекатерами для подрібнення та плющення кукурудзи у більш пізніх фазах при вмісту сухої речовини 35...40%.

Четверте покоління самохідних подрібнювачів дозволяє знизити розмір часток до 0,3 см за рахунок фракційних вкладишів з планками та пари дробильних валків.

При застосуванні рекаторів вся подрібнена маса знаходиться в розробленому, розплющеному стані та має більш привабливу для корму структуру. Витрати енергії була більшою у комбайна «Хесстон - 4000» з рекатором в порівнянні без рекатера, при налаштуванні подрібнювача на різку 6,35 мм. Хоча доля цілих зерен після рекатера зменшилась з 9 до 3,7%.

При кращому подрібненні збільшується об'єм маси корму. Зменшення вологості корму приводить до підвищення пружності часток стебел, що створює певні проблеми з ущільненням. Тому необхідно розрівнювати масу та ущільнювати в траншеях бульдозером з гусеничним трактором.

Проведені дослідження показали, що оптимальним розміром подрібнення, з точки зору прямого ущільнення, є 5...10 мм (рис. 4)

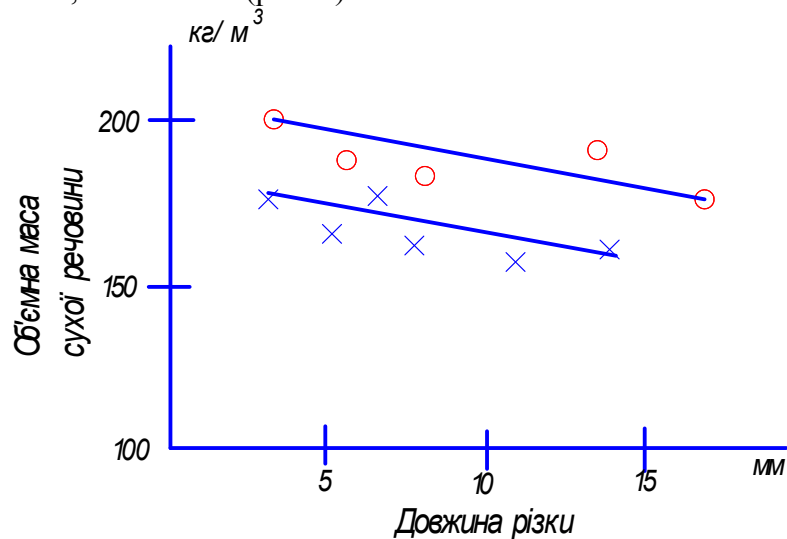


Рис. 4. - Зміна об'ємної маси сухих речовин в силосі в залежності від довжини різки.

Експериментальна перевірка, яка проведена в Україні, Угорщині та інших країнах показала доцільність збирання кукурудзи по можливості у найбільш зрілому стані та в подрібненому вигляді зберігати в герметично закритому сховищі. При цьому готують як зерно – стрижневу суміш, так і подрібнене зерно більш зрілого стану з вологістю менше 35%. А вологе зерно кукурудзи з вологістю 25% можна зберігати в герметичних наземних сховищах при умові доброго подрібнення і ущільнення корму [1, 2]. Вихід поживних речовин в кукурудзі значно підвищується в порівнянні із збиранням в фазі молочно – воскової та воскової стиглості.

Підвищеної уваги вимагає укріття силосуємої маси. Перед укріттям плівкою на масу укладають подрібнений шар січки із соломи товщиною 30...40 мм. Цим прийомом можна попередити негативну дію води, що конденсується на плівці.

Дослідженнями, які проведені в Угорщині встановлено, що для кукурудзи з вологістю 65% добре ущільнення забезпечується при русі трактора із швидкістю 0,5...0,6 м/с і тиску 25...35 МПа з двократним повторенням ущільнення кожного шару.

Енергетична оцінка технологій збирання і зберігання кукурудзи показала високі витрати енергії (до 292 кВт. год/т) (рис. 5) при досушуванні вентиляванням. Їх можна знизити, якщо досушувати зерно повітрям яке нагріте в сонячних теплогенераторах.

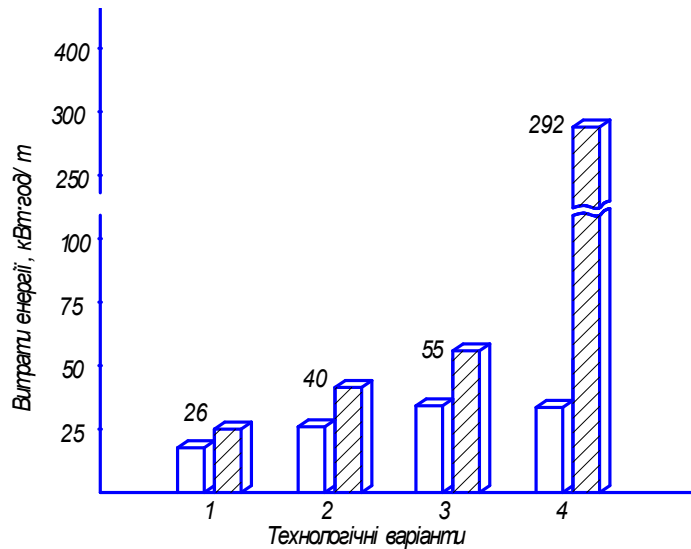
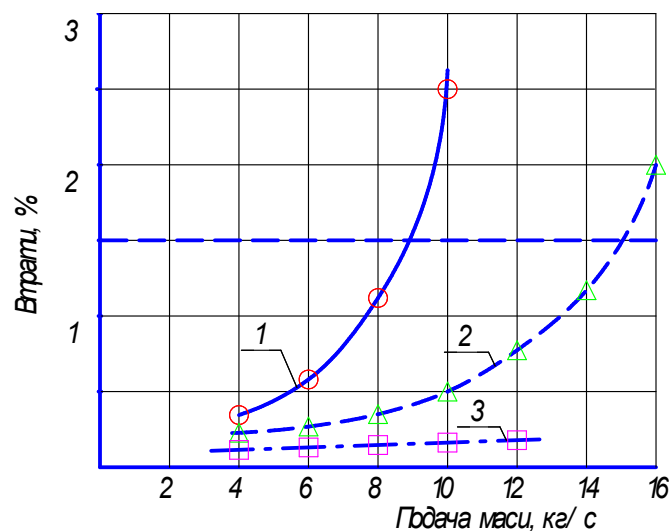


Рис. 5. - Енергетичні показники різних методів консервування кукурудзи на одну тону готового корму (□ - на збирання, ▨ - на збирання і зберігання) варіанти:

1. традиційний кукурудзяний силос;
2. консервовані подрібненні качани;
3. подрібнена зерно – стрижнева суміш з листостебельною масою;
4. зберігання зерна на вентиляємому настилі з вологістю 30→18→15%.

Втрати зерна при збиранні можна знизити до рівня менше агрономог (до 15%), зменшивши подачу маси в молотарку (рис.6).



- 1 – пшениця з вологістю 15%, маса зерна 45,6%; 2 – зерно кукурудзи з вологістю 24,9%, маса зерна 72,8%; 3 – ЗСС кукурудзи з вологістю 39,9%, маса зерна 69,4% (дані УкрЦВТ).

Рис. 6. - Залежність втрат в залежності від подачі маси для комбайнів «Класс – Домінатор - 105».

Збільшення гострих кусків стрижнів розміром більше 2 мм визиває пошкодження стінок шлунково – кишкового тракту тварин [1]. Витрати енергії на подрібнення із збільшенням вологості кукурудзи зростає (рис. 7).

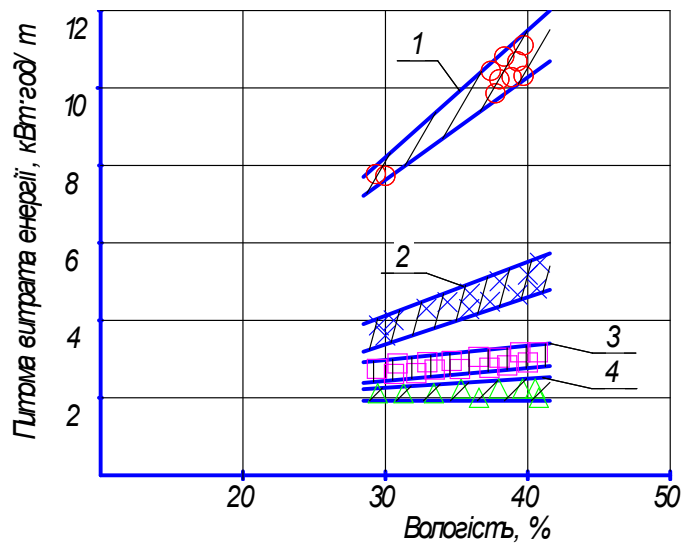


Рис. 7. - Залежність питомої енергоємності подрібнення зерно – стрижневої суміші кукурудзи в дробарках від вологості при діаметрах решіт 6 мм – 1; 8 мм – 2; 12 мм – 3; 16 мм – 4 (дані УкрЦВТ).

Результати випробувань самохідних подрібнювачів, на збиранні листостеблової маси кукурудзи наведені в табл. 1 [1].

Таблиця 1

Результати випробувань самохідних подрібнювачів на збиранні листостеблової маси кукурудзи [1]

Теоретич. довжина різки, мм	Розмір отворів рекатера, мм	V_p , км/год	Подача, кг/с	Продуктивн., т/год технол. часу	Доля цілих зерен, %	Вологість корму, %	Питома витрата палива, кг/т
1) подрібнення всіх рослин «Хесстон - 4000»							
6,35	-	8,6	9,79	35,2	9,0	61,7	0,87
11,06	-	9,7	12,08	43,5	14,2	61,7	0,67
6,35	101,6	7,6	9,10	32,8	3,7	60,4	1,02
19,05	-	10,3	13,23	47,6	8,3	61,7	0,58
2) подрібнення лише качанів з обгортками «Хесстон - 4000»							
4,76	19,05	5,2	4,63	16,7	0,2	47,8	-
4,76	50,8	6,0	5,0	18,0	1,5	53,4	-
19,05	50,8	4,9	0,79	13,6	2,0	49,1	-
3) подрібнення качанів комбайном «Джон – Дір - 5400»							
6,35	19,5	3,2	3,16	11,4	2,1	31,5	-
6,35	50,8	5,1	3,62	13,0	12,9	31,2	-
9,53	50,8	5,4	3,70	13,3	10,5	32,8	-
12,7	50,8	5,1	3,91	14,1	17,8	31,6	-

В комбайнах «Класс – Ягуар - 690» замість рекатера встановлено вкладиш з упорними планками та при збільшенні різки доля цілих зерен збільшувалась.

При загальній тенденції розвитку нових технологій збиранні кукурудзи на корм в більш пізніх фазах, в зв'язку із метою збільшення виходу поживних речовин з гектара, після накопичення максимуму поживних речовин в рослинах, лігнін в стеблах гірше засвоюється тваринами. Через це визначення оптимального строку збирання кукурудзи для різних тварин та ступінь подрібнення є важливою проблемою особливо для фермерських господарств.

Випробування самохідного подрібнювача «Хесстон - 4000» при ступені зрілості кукурудзи яку оцінили по вологості 60...62% показали, що з встановленим рекатером доля цілого зерна знизилась з 9 до 3,7% (табл.1). Витрата ж палива збільшилась з 0,58 до 1,02 кг/т подрібненої маси. При зменшенні довжини різки знижується продуктивність з 43,5 до 35,2 т/год. А при трьохкратному збільшенні довжини різки витрата палива знижується на 30%.

Застосування рекатерів впливає на зменшення долі цілих зернин. А витрата енергії є майже однаковою у варіантах застосування рекатерів та налаштування регулюванням подрібнювачів на меншу довжину різки.

В самохідних подрібнювачів «Класс – Ягуар - 690» замість рекатерів встановлені вкладиші із планками. Доля цілих зерен збільшується при збільшенні довжини різки при подрібненні лише качанів з обгортками (рис. 7).

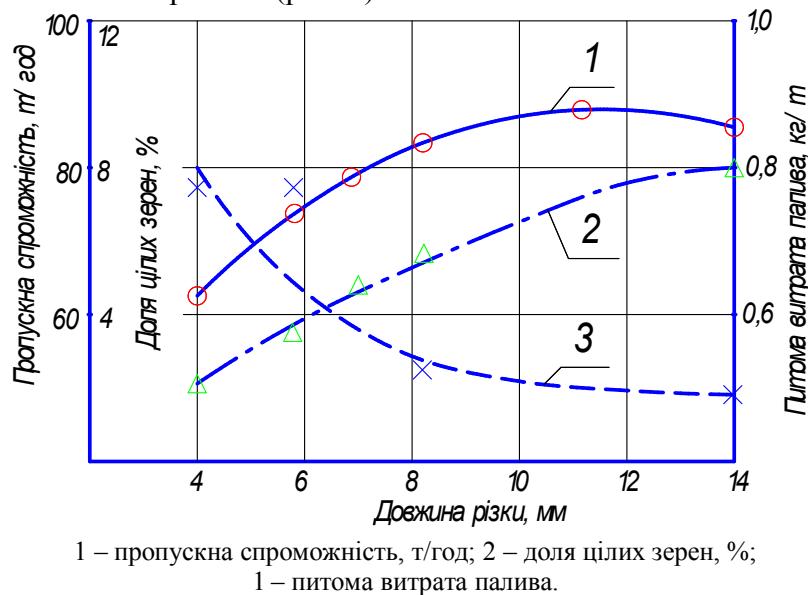


Рис.8. - Результати випробувань самохідного подрібнювача «Класс – Ягуар - 690» на збиранні листостебельної маси кукурудзи (цілих рослин) з вологістю 60% [1].

Збирання кукурудзи в більш пізніх фазах дозрівання (вологість 31...33%) самохідним подрібнювачем «Джон – Дір - 5400» показало, що самі кращі результати були на рекатерах з отворами діаметром 19,5 мм та швидкості 3,2 км/год. Доля цілих зерен склала 2,1%. Більші отвори рекатерів збільшують кількість цілих зерен вище дозволених меж до 10...18% (табл. 1).

Тому подрібнення зерен в більш стиглому (зрілому) стані з вологістю нижче 30...35% висуває більш жорсткі вимоги. Витрата ж пального при вологості маси 50...70% складає від 1 до 2,5 кг на тунну подрібненої маси.

Зернозбиральні комбайни для збирання як кукурудзяного зерна так і ЗСС обладнують качановідокремлюючою приставкою. При цьому в комбайн попадають качани з обгорткою та деяка частка кусків стебел і листя. Обмолочується маса в барабані, решта вузлів комбайнів розділяють ворох. Тому потрібне певне переобладнання та переналадка молотильних апаратів та робочих органів таких як соломотряса, решіт для очистки.

Переобладнання майже однакові для різних типів комбайнів з певним конструкційними відмінностями. Як базову модель беруть машину яку призначено для

збирання кукурудзи з обмолотом зерна.

Так, для СК – 5 «Нива» 4 – рядне пристосування ППК – 4 з додатковим гідроциліндром, так як воно тяжче зернової жатки. ППК – 4 аналогічне по конструкції жатки комбайна КСКУ – 6 «Херсонєць - 200». Відмінності в тому, що подрібнювач встановлено за шнеком стебел, а ширина захвату зменшена на два рядки.

При консервації зерна у вологому стані частота обертання молотильного барабана 550 – 750 хв⁻¹. Якщо зерно досушують – оберти знижують до 450 хв⁻¹, на вході в барабан зазори – 40...45 мм, на виході – 20...25 мм. Замість решітки підбарабання встановлюють луцильний щиток, а міжстикові простори барабана закривають щитами.

Зернозбиральні комбайни «Дон - 1500» та СК – 10 «Ротор» комплектують пристосуванням відповідно КМД – 6 та КМР – 6 для збирання кукурудзи на зерно в повній стиглості.

На «Дон - 1500» знижують оберти до 300 – 450 хв⁻¹, встановлюють щиток на решітки підбарабання, контейнер з балансом, додатковий гідроциліндр. Як «Дон - 1500» з КМД – 6, так і СК – 10 «Ротор» з КМР – 6 збирають увесь біологічний врожай з подрібненим і збором листостеблової маси в причеп або укладкою у валок. Подрібнювачі пристосовань КМД – 6, КМР – 6 і ППК – 4 мають барабано – ножеві подрібнювачі з частотою обертання відповідно 1320, 1270 і 1380 хв⁻¹.

Проведені випробування на збиранні кукурудзи на зерно у ВНИИМОЖ при врожайності качанів 4,9 т/га, вологості зерна 33,2%, не зернової частки 42,7% показали, що повнота збору зерна склала 90...97% (по агровимогам 98,5%), не зернової частки 69...85 (агровимоги 95%). Якість подрібнення листостеблової маси (доля часток до 50 мм) була 15...20% (по агровимогам 85%).

Кращі показники були в СК – 10 з КМР – 6 та «Дон - 1500» з КМД – 6 в порівнянні з СК – 5 з ППК – 4. Проте втрати склали біля 10% по зерну та 25...30% по листостебельній масі.

Самохідний комбайн КСКУ – 6 «Херсонєць 200» і причепний ККП – 3 «Херсонєць - 9» за один прохід збирають стиглу кукурудзу в качанах з обгортками або без них, скошують і подрібнюють стебла.

Комбайн ККП – 3 можна переналагодити для збирання кукурудзи у фазі молочно – воскової стиглості або воскової з метою окремого силосування неочищених качанів і подрібненої маси.

Збирання з подрібненням всього врожаю проводять силосозбиральними комбайнами продуктивністю 75 – 100 т/год з двигуном 125...148 кВт.

Зниження втрат поживних речовин до 5...8%, а цукру – до 10...40% можна досягти за рахунок застосування хімічних консервантів. При цьому на тонну маси вносять за вибором 3 л мурашиної або пропіонової кислот, 5 л уксусної, 2 л бензойної кислоти або 4 л концентрата низькомолекулярних жирів (КНМК). Перед внесенням розводять водою у співвідношенні 1:3...1:5. При закладанні силосу без консервантів в готовому кормі – силосі створюється незначна кількість пропіонової, мурашиної та уксусної кислоти внаслідок хімічно – біологічних процесів.

Перед силосуванням траншеї промивають водою, дезінфікують 5% вапняковим розчином, просушують. Встановлюють електричне освітлення для роботи в нічний час, готують під'їзні шляхи. Заповнення траншей ведуть з однієї із сторін. По мірі заповнення масу герметизують, не чекаючи заповнення всієї траншеї. Періодичність герметизації доцільно щоб була не більше ніж 2...3 дні. Так як втрати корма навіть за цей період становить 7...10 %.

Висновки

1) Оптимальними умовами зберігання є вологість подрібненої маси 36% та температура 15...20°C.

2) При відхиленні від оптимальної вологості корму більше ніж на 7%, в ту чи іншу

сторону, інтенсивність молочнокислого бродіння знижується і тому не забезпечується зберігання корму.

3) Подрібнення корму, створення анаеробних умов (ущільнення, герметизація, відносна вологість повітря 95%) навіть при вологості зерна 20...22% забезпечують одержання позитивних показників по збереженні поживних речовин в зерні без плісняви.

4) Для фермерських господарств, які мають велику рогату худобу, птицю і свиней доцільно передбачити виділення із подрібненої маси частини цілого і подрібненого зерна в силосопроводі комбайна або на стаціонарі при збиранні кукурудзи з вологістю нижче 30...35%.

5) Витрата палива при збиранні кукурудзи з вологістю 50...70% самохідними подрібнювачами становить 1...2,5 кг на тонну подрібненої маси і збільшуються при підвищенні якості подрібнення та дозріванні зерна. Проте дані витрати компенсуються збільшенням поживних речовин у кормі внаслідок накопичення поживних речовин і якості приготування корму.

Література

1. Погорельий Л.В., Банхази Д., Ясенецкий В.А. *Технология приготовления кормов из кукурузы*. – Москва: ВО «Агропромиздаш», 1987.
2. Банхази Д. *Энергоэкономное консервирования и хранение кукурузы*. – Наука и сельское хозяйство. – Москва, 1983. - №4. – С. 30 – 39.
3. Зафрен С.Я. *Технология приготовления кормов*. – Москва «Колос», 1987. - 186 с.
4. Иорданов И. *Оптимизация интенсивных факторов производства кукурузы*. – Международный сельскохозяйственный журнал, 1984. - №5. – С. 99 – 102.
5. Кулик М.Ф., Химич В.В., Бабич А.А., Овсиенко А.И. *Энергозберігаючі технології хранения влажного зерна и початков кукурузы*. – Кормопроизводство, 1983. - №8. – С. 14 – 17.
6. Олишинский С.И., Юрченко В.К., Журенко В.К. *Способы консервирования и питательная ценность влажного зерна кукурузы*. – Животноводство, 1983. - №10. – С. 40 – 42.
7. Саенко Я.Г., Свиридюк А.Г., Лазаревич А.П., Мечта Н.П. *Хранение измельченных початков кукурузы и их использование при откорме бычков*. - Животноводство, 1984. - №12. – С. 32 – 33.
8. Шпокас Л., Петкевичюс С., Булгаков В.М. *Исследование обмолота влажных початков кукурузы*/ *Міжвізжом. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства»*. – Глеваха, 2007. – с. 57 – 65.